منهـــج علـــم الفيزيـــاء مـــن
بنك المعرفة المصري
للصف الثالث الثانوي

هذا العمل صدقة جارية لموتانا وموتى المسلمين جميعا

نسأل الله العلي العظيم ان يجمعنا بهم في جنان الخلد جميعا ان شاء الله

#جيو_ابراهيم_الغندور

مدرس الجيولوجيا والعلوم البيئة

شرح الباب الاول كاملا

قانون أوم وتطبيقاته الرياضية
Ohm's Law and its Mathematical Applications

١.قانون أوم Ohm's Law

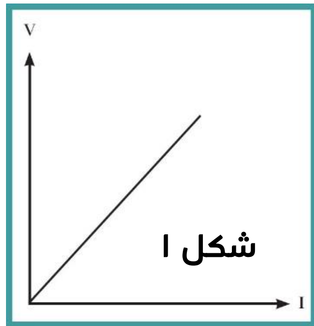
اكتشف أوم أن شدة التيّار الكهربائى المار فى الدائرة يتناسب طرديا مع فرق الجهد المطبق عبر الدائرة، عند ثبات المقاومة ودرجة الحرارة. ويتناسب عكسيًا مع المقاومة عند ثبات فرق الجهد ودرجة الحرارة.

ويُعبَّر عنه بالمعادلة الرياضية التالية   I = VR

هذه العلاقة بين شدة التيار وفرق الجهد والمقاومة تسمى قانون أوم الذى ينص على أن فرق الجهد بين طرفى مقاومة ثابتة يتناسب طرديا مع شدة التيار المار فيه عند ثبات درجة الحرارة .إن العلاقة بين الوحدات للكميات الفيزيائية الثلاث هى   1 A = 1 V / 1 Ω

فى أى دائرة كهربائية مقاومتها ثابتة، تتناسب شدة التيار مع فرق الجهد، أى أننا نحصل على ضعف التيار بمضاعفة فرق الجهد. فكلما كبر الجهد ازدادت شدة التيار، أما إذا تضاعفت مقاومة الدائرة فإن التيار سيقل إلى النصف.

إن المقاومات التى تحقق قانون أوم، حيث يتغير التيار المارّ فيها على نحو ثابت مع فرق الجهد على طرفيها تُسمّى مقاومات أومية .Ohmic Restistances يمثل شكل ١ العلاقة الطردية الخطية بين شدة التيار والجهد لمقاوم أومى.

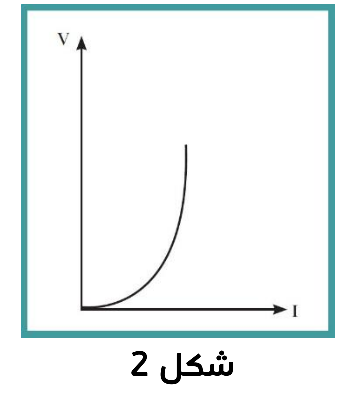


شكل ١

أما إذا تغير التيار على نحو غير خطى مع فرق الجهد بين طرفى المقاومة، تكون هذه المقاومات لا تحقق قانون أوم

وتسمى مقاومات لا أومية.

يمثل شكل ٢ العلاقة الطردية اللاخطية بين شدة التيار والجهد لمقاوم غير أومى. وهى تقاس بواسطة جهاز الأوميتر.



شكل 2

مثال ١

في إحدى تجارب أوم كان فرق الجهد بين طرفي السلك V (10)وكانت شدّة التيّار فيه .A (2)

احسب:

(أ) مقاومة السلك؟

(ب) طول السلك إذا كانت مقاومته النوعية $\Omega.m$ (1.6×10^{-8}).ومساحة مقطعه mm^2 (3).

طريقة التفكير في الحل ّ (أ)

١ .حلل :اذكر المعلوم وغير المعلوم.

المعلوم: فرق الجهد $V = 10\ V$

شدّة التيار $I = 2\ A$

غير المعلوم: مقاومة السلك $? = R$

٢ .احسب غير المعلوم:

باستخدام قانون أوم $V = IR$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة في المعادلة، نحصل على:

$R = VI = 102 = 5\ \Omega$

٣ .قيم :هل النتيجة مقبولة؟

تتوافق النتيجة مع مقدار الجهد وشدّة التيار المعطيين.

طريقة التفكير في الحل (ب)

١ .حلل :اذكر المعلوم وغير المعلوم.

المعلوم: المقاومة النوعية:

$\rho = 6.1 \times 10^{-8}\ \Omega.m$

مساحة المقطع $A = 3\ mm^2$

غير المعلوم: طول السلك $? = l$

باستخدام المعادلة التالية $R = \rho\ l/A$

$5 = 1.6 \times 10^{-8}\ l/3 \times 10^{-8}$

$\Rightarrow l = 15 \times 10^{-6} 1.6 \times 10^{-8} = 937.5\ m$

٣ .قيم :هل النتيجة مقبولة؟

إنّ طول السلك كبير جدا.

اسئلة بنك المعرفة

١) تتغير المقاومة النوعية لسلك بتغير .....

- ○ شدة التيار
- ◉ درجة الحرارة
- ○ طول السلك
- ○ مساحة مقطع السلك

٢) فرق الجهد بين طرف مقاومة ثابتة يتناسب عكسيًّا مع شدة التيار المار فيه عند ثبوت درجة الحرارة.

- ○ صح
- ◉ خطأ

٣) إذا كانت مقاومة موصل 4Ω ثابتة يمر به تيار كهربى بشدة معينة فإن شدة التيار تتضاعف عند .....

- ◉ زيادة فرق الجهد إلى الضعف
- ○ نقص فرق الجهد إلى النصف
- ○ زيادة فرق الجهد إلى الثلث
- ○ نقص فرق الجهد إلى الثلث

٤) يمر تيار كهربى فى سلك شدته 5 A وفرق الجهد بين طرفى السلك 10 V فإن مقاومة السلك تساوى

- 50 Ω
- 5 Ω
- 2 Ω ✔
- 0.2 Ω

٥) سلك طوله 1.5 m ومساحة مقطعه تساوى $5\ cm^2$ وفرق الجهد بين طرفيه يساوى 12 V فإن شدة التيار المار به تساوى ..... (علمًا بأن المقاومة النوعية لمادة السلك تساوى $1.6 \times 10^{-8}\ \Omega.m$).

- 25×10^6 A
- 25×10^2 A
- 25×10^4 A ✔
- 25 A

دوائر التوالى
Series Circuits

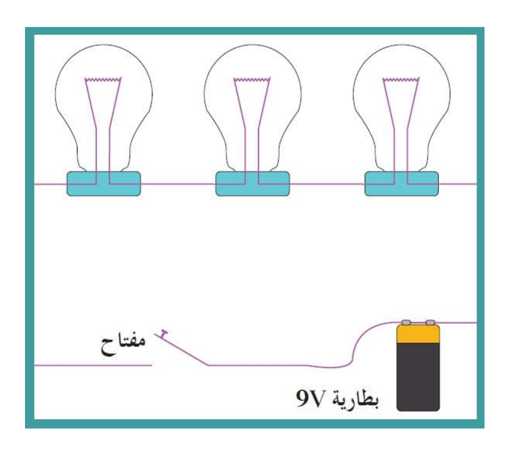
يظهر (شكل ١) ثلاثة مصابيح متشابهة متصلة على التوالى ببطارية. يمثل هذا الشكل دائرة توال بسيطة Simple series circuit. عند غلق المفتاح، سيتواجد التيار فى المصابيح الثلاثة فى اللحظة نفسها. لا يتجمّع التيّار فى مصباح واحد بل يتوزع فى كلّ منها. فالإلكترونات تتحرك مرة واحدة فى كلّ أجزاء الدائرة. تتحرّك بعض الإلكترونات مبتعدة عن الطرف السالب للبطّاريّة، وبعضها يتحرّك نحو الطرف الموجب، بينما يتحرّك البعض الآخر خلال فتيل المصباح. فى النهاية، تتحرك الإلكترونات فى كل دائرة. إذا حدث أى قطع فى الدائرة، فإنها تصبح مفتوحة، وينقطع انسياب الإلكترونات، كما أن احتراق فتيل أحد المصابيح، أو ببساطة فتح المفتاح، يتسبّب أيضًا بقطع الدائرة.

يمكن استنتاج الخصائص التالية لتوصيلات التوالى:

- التيار الكهربائى فى الدائرة له مسار واحد. هذا يعنى أن كل مصباح فى الدائرة يمر به التيار نفسه.
- تعوق التيار الكهربائى مقاومة المصباح الأول والمصباح الثانى وكذلك المصباح الثالث، وبالتالى فإن المقاومة الكلية للتيار فى الدائرة تساوى مجموع المقاومات المفردة على امتداد مسار الدائرة.
  ويمكن تمثيل ذلك بالعلاقة التالية:

$$R_{eq} = R_3 + R_2 + R_1$$

علمًا أنّ R_1 و R_2 هما مقاومة المصباح الأوّل والثانى على التوالى، و R_{eq} هى المقاومة الكلية.



شكل ١
دائرة توالٍ بسيطةجهد البطارية 9 V وفرق الجهد بين طرفى كل مصباح 3 V.

- تُساوى القيمة العددية للتيّار فى الدائرة جهد المصدر مقسومًا على المقاومة الكلّيَّة للدائرة، هذا هو قانون أوم.Ohm's Law

أى أن

$$I = VR_{eq}$$

- يطبق أيضا قانون أوم على كلّ جهاز فى الدائرة على حدة. أمّا فرق الجهد بين طرفى كلّ جهاز فيتناسب طرديًّا مع مقاومته. يعود ذلك إلى حقيقة أنّ الطاقة التى تُستخدَم لتحريك وحدة الشحنة خلال المقاومة الأكبر تكون أكبر من تلك اللازمة لتحريكها خلال المقاومة الأقلّ.
- ينقسم الجهد الكلّى المؤثر على دائرة التوالى على الأجهزة المكوّنة للدائرة بحيث يكون مجموع الجهود الواقعة عبر كلّ جهاز من مكوّنات الدائرة مساويًا للجهد الكلّى للمصدر. ويعود ذلك إلى حقيقة أنّ الطاقة المستخدمة لتحريك وحدة الشحنة خلال الدائرة كلّها تُساوى مجموع الطاقات اللازمة لتحريك وحدة الشحنة هذه، خلال كلّ من الأجهزة الكهربائية فى الدائرة.

ويُمكن تمثيل ذلك بالعلاقة الرياضية التالية:

$$Vt = V1 + V2 + V3 + ...$$

إن العيب الأساسى فى دائرة التوالى يمكن رؤيته إذا توقف أحد الأجهزة عن العمل. فى هذه الحالة، يتوقف التيار فى كل الدائرة، وبالتالى لا يعمل أى من الأجهزة. بعض مصابيح الزينة يكون متصلا على التوالى، وعندما يحترق أحد المصابيح، يصبح من الصعب التعرف إليه.

وعلى سبيل المثال، فى منزلك يمكنك تشغيل مصباح ما أو عدم تشغيله من دون أن يُؤثر ذلك على تشغيل المصابيح أو الأجهزة الكهربائية الأخرى. يعود ذلك إلى أن تلك الأجهزة لَيست متصلة على التوالى بل متّصلة مع بعضها البعض على التوازى.

مثال 1

ثلاثة مصابيح متشابهة لها مقاومات متساوية قيمة كلّ منها 10Ω، موصولة على التوالى، ويسرى فيها تيار شدته A(3)

(أ) احسب فرق الجهد الكهربائى بين طرفى كلّ مقاومة منها.

(ب) احسب فرق الجهد الكلّى بين طرفى الدائرة.

(جـ) استنتج أنّ المقاومة الكلّية فى الدائرة هى مجموع المقاومات الموجودة على امتداد مسار الدائرة.

طريقة التفكير فى الحلّ

١ .حلل :اذكر المعلوم وغير المعلوم.

المعلوم: (أ) شدّة التيّار $I = 3A$

(ب) مقاومة كلّ مصباح $R = 10\Omega$

غير المعلوم: (أ) فرق الجهد بين طرفى كلّ مقاومة $V = ?$.

(ب) فرق الجهد الكلّى فى الدائرة الكهربائية $V_T = ?$

(جـ) استنتاج أنّ $R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$:

٢ .اُحسب غير المعلوم:

(أ) باستخدام قانون أوم على كلّ مصباح $V = IR$:

وبالتعويض عن المقادير المعلومة فى المعادلة، نحصل على:

$$V = 3 \times 10 = 30\ V$$

وبما أنّ جميع المصابيح متشابهة، يكون فرق الجهد بين طرفى كلّ منها .30(V)

(ب) باستخدام العلاقة الرياضية التالية:

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3$$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة فى المعادلة، نحصل على:

$$V_T = 30 + 30 + 30 = 90\ V$$

(جـ) باستخدام العلاقة الرياضية التالية:

$$V_T = I_{Req}$$

$$R_{eq} = V_T / I = 90/3 = 30\ \Omega$$

وإذا استخدمنا العلاقة الرياضية التالية:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

نحصل على:

$$R_{eq} = 10 + 10 + 10 = 30\Omega$$

٣ .قيم :هل النتيجة مقبولة؟

نعم، لأنّ النتائج تتوافق مع توقّعاتنا، حيث يُساوى الجهد الكلّى مجموع الجهد على كلّ مصباح فى دائرة التوالى، وتُساوى المقاومة الكلية مجموع المقاومات فى دائرة التوالى.

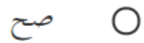
اسئلة بنك المعرفة

١) من خواص التوصيل على التوالى هو أن التيار الكهربائى فى الدائرة له مسار واحد.



خطأ

٢) عند توصيل عدة مقاومات على التوالى فإن قيمة المقاومة المكافئة لها تكون أصغر من أصغر مقاومة.





٣) أحد عيوب توصيل المقاومات على التوالى هو تعطل الدائرة بالكامل إذا تلفت أحد تلك المقاومات المكونة للدائرة.



خطأ

٤) إذا احتوت دائرة كهربائية على ثلاث مقاومات $R_1=5\ \Omega$، $R_2=3\ \Omega$، $R_3=2\ \Omega$ وكانت هذه المقاومات موصولة على التوالى على فرق جهد $V=10V$ فإن قيمة التيار الذى يمر خلال البطارية تكون $10\ A$.

صح



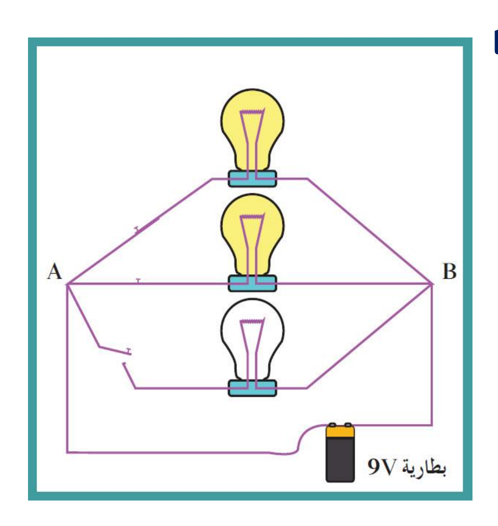
٥) مصباحان مقاومتهما R_1، R_2 وصِّلا معًا على التوالى مع مصدر كهربى فإذا كانت $R_1 > R_2$ فيمكننا أن نستنتج أن فرق الجهد على المقاومة R_2 أكبر.

صح

خطأ

دوائر التوازى
parallel circuits

يوضح (شكل ١) ثلاثة مصابيح كهربائية متصلة معا بنقطتين A و B.
يمثل هذا الشكل دائرة توازٍ بسيطة. Simple parallel circuit.
تتصل الأجهزة الكهربائية المتصلة على التوازى بالنقطتين نفسيهما فى الدائرة الكهربائية.



شكل (١)

دائرة تواز بسيطة جهد البطارية V (9) يوفر V (9)لكلّ مصباح.

ويلاحظ أنّ لكل مصباح مساره الخاص من طرف البطّارية إلى الطرف الآخر. إن التيار المار فى أحد المصابيح لا يمر بالمصابيح الأخرى، وبالتالى يكون هناك ثلاثة مسارات منفصلة للتيار الكهربائى، أى مسار واحد لكل مصباح.

فى دائرة التوازى، تبقى الدائرة مكتملة عندما تطفأ المصابيح كلها أو عند إطفاء أحدها. لا يؤثر فصل أحد المسارات فى انسياب الشحنة داخل جميع المسارات الأخرى، فكل جهاز يعمل بشكل مستقل عن الأجهزة الأخرى.

يمكن استنتاج الخصائص التالية لتوصيلات التوازى:

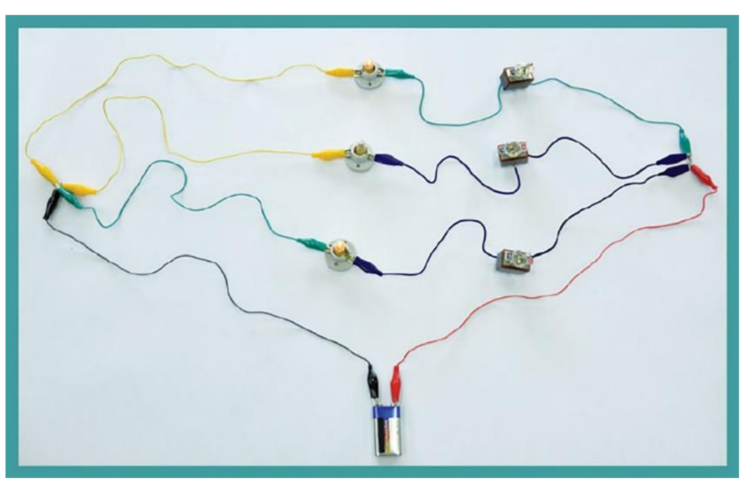
- تتصل كل الأجهزة على التوازى بالنقطتين نفسيهما A وB، ويكون فرق الجهد بين طرفى كل جهاز ثابتا.
- ينقسم التيار الكلى فى الدائرة على الفروع المتوازية. يمر التيار بسهولة فى الأجهزة ذات المقاومة المنخفضة
- أى تتناسب شدة التيار المار فى أىّ فرع عكسيا مع مقاومة هذا الفرع. ويطبق قانون أوم على كل فرع على حدة.

- يساوى التيار الكلى فى الدائرة مجموع التيّارات المارّة فى الفروع المتوازية.أى أنّ:

$$It = I1 + I2 + I3$$

- علما أن It تمثل التيار الكلى، و I3 + I2 + I1 تمثل شدة التيار فى الفرع الأول والثانى والثالث على التوالى.
- تقل المقاومة الكلية للدائرة بزيادة عدد الفروع المتوازية. عندما يضاف مسار بين نقطتى التوصيل فى الدائرة، تقل المقاومة الكلية، أى أنّ المقاومة الكلية للدائرة تكون أقل من مقاومة أى فرع على حدة.
- يمكن احتساب المقاومة الكلية لمجموعة مقاومات موصّلة على التوازى باستخدام العلاقة الرياضية التالية:

$$IReq = IR3 + IR2 + IR1$$



شكل (٢)

مثال (١)

ثلاثة مصابيح متشابهة لها مقاومات متساوية قيمة كلّ منها Ω (10)، متصلة معًا على التوازى بمصدر (3) .Vاحسب:

(أ) فرق الجهد الكهربائى بين طرفى كل مقاومة منها.

(ب) شدة التيار فى كلّ فرع.

(جـ) شدة التيار الكلى الناتج عن المصدر.

(د) المقاومة الكلية فى الدائرة.

طريقة التفكير فى الحل

١ .حلل : اذكر المعلوم وغير المعلوم.

المعلوم: فرق الجهد الكلى V = 3 V

مقاومة كل مصباح $R = 10\ \Omega$

نوع التوصيل: على التوازى

غير المعلوم:

(أ) فرق الجهد بين طرفى كلّ مقاومة:

$$V_1 = V_2 \text{ g } ? = V_3 \text{ g } ? = ?$$

(ب) شدّة التيار فى كل فرع:

$$I_1 = I_2 \text{ g } ? = I_3 \text{ g } ? = ?$$

(جـ) شدة التيار الكلّى $? = IT$

(د) المقاومة الكلية $? = Req$

٢ .احسب غير المعلوم:

(أ) بما أن المصابيح متصلة معا على التوازى، فإن فرق الجهد على كل واحد يساوى فرق جهد المصدر:

$$V1 = V2 = V3 = 3\ V$$

(ب) باستخدام قانون أوم فى كلّ فرع:

$$V = IR$$

نحصل على شدة التيار فى كل فرع:

$$I1 = I2 = I3 = 310 = 0.3\ A$$

(جـ) باستخدام العلاقة الرياضية التالية:

$$It = I1 + I2 + I3$$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة فى المعادلة، نحصل على:

$$It = 0.3 + 0.3 + 0.3 = 0.9\ V$$

(د) باستخدام العلاقة الرياضية التالية:

$$IReq = IR3 + IR2 + IR1$$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة فى المعادلة، نحصل على:

$$Req = 10\ 3 = 3.3\ \Omega$$

٣ .قيم: هل النتيجة مقبولة؟

نعم؛ لأنّ النتائج تتوافق مع توقّعاتنا حيث إنّ المقاومة الكلّية أصغر من أىّ مقاومة موجودة فى دائرة التوازى.

اسئلة بنك المعرفة

١)إذا كان لدينا أربع مقاومات $R_4 > R_3 > R_2 > R_1$ فإن التيار يمر بسهولة ويكون له قيمة كبيرة فى المقاومة .....

- ○ R_1
- ○ R_2
- ○ R_3
- ◉ R_4

٢)إذا كان لدينا ثلاث مقاومات $R_1=2\Omega$، $R_2= 4\Omega$، $R_3=6\Omega$ متصلة معًا على التوازى فإن المقاومة المكافئة لها تساوى .....

- ○ $0.92\ \Omega$
- ◉ $1.1\ \Omega$
- ○ $12\ \Omega$
- ○ $10\ \Omega$

٣) عندما تقل عدد المقاومات المتصلة على التوازى فإن المقاومة الكلية .....

- ○ تظل ثابتة
- ○ تقل
- ◉ تزداد

٤) فى حالة التوصيل على التوازى تكون المقاومة الكلية أصغر من أصغر مقاومة.



خطأ

٥) لدينا ثلاثة مصابيح متصلة معًا على التوازى مقاومة الأول $R_1 = 2\ \Omega$، ومقاومة الثانى $R_2 = 5\ \Omega$، ومقاومة الثالث $R_3 = 7\ \Omega$ وفرق جهد المصدر $20\ V$ فإن التيار الكهربى المار فى المصباح الثانى يساوى .....

- 10 A
- 2 A
- 4 A
- 6 A

لمتابعة محتوى بنك المعرفة كاملًا في كل المواد العلمية

تابعنا على صفحة الفيس بوك

Ibrahim Elghandour -ابراهيم الغندور



اسئلة Designmate علي قانون اوم

1 اسس العالم اوم العلاقة بين القوة المحتملة عند نهايتي طرفي موصل و_______.

A	قابلية التوصيل لموصل	B	التيار المار من خلالة
C	درجة حرارة الموصل	D	حجم الموصل

سبب
اسس العالم اوم العلاقة بين الفولتية و التيار (ر = ف/I).

2 النيكل كروم هو سبيكة مكونة من النيكل و_______.

A	الكروم	B	الكريبتون
C	الحديد	D	الكوبلت

سبب
سلك النيكل كروم هو سبيكة من النيكل و الكروم.

3 في تجربة قياس التيار يتم توصيل الاميتر بطريقة متوازية للشحنة.

A	صح	B	خطأ

سبب
يتم توصيل الاميتر علي التوالي و لذلك فانه يقدم مقاومة قليلة و عندها يمكن التوصل الي القراءة الصحيحة.

4 عند تحديد قانون اوم , نقوم بتغيير_______ و نقيس القيمة علي الترتيب ______ في الدائرة المعطاة.

A	الجهد الكهربي , التيار	B	التيار , المقاومة
C	درجة الحرارة , الضغط	D	المساحة , المقاومة

سبب

عند الشحنة المعطاة في الدائرة , فان معدل الجهد الكهربي يظل ثابتا دائما , و عندما يتغير الجهد يتغير معة التيار الكهربي.

5 و طبقا لقانون اوم , كيف تكون علاقة التيار من خلال موصل و الجهد الكهربي .

A	أسية	B	خطية
C	متناسبة	D	متعاكسة

سبب

و طبقا لقانون اوم فان العلاقة ر = ف / I , لذلك يمكننا القول بان العلاقة خطية بين جهد الكهربي و التيار.

6 انحدار ف مقابل أ يظل ثابتا للموصل.

A	صح	B	خطأ

سبب

يزداد التيار الكهربي عندما يزداد الجهد الكهربي للمقاومة , و لو شكلنا شكل لـ ف ضد أ فعندها يتكون خط مستقيم و من ثم يكون انحدار الشكل الخطي ثابتا.

7 يتناسب تدفق التيار في موصل مع _______.

A	الاختلاف المحتمل عبر الموصل	B	مقاومة الموصل
C	درجة حرارة الموصل	D	مساحة مقطع الموصل

سبب

و طبقا لقانون أوم يتدفق التيار الكهربي خلال موصل و يتناسب مع الاختلاف المحتمل عبر الموصل . و تكون نسب ف الي أ ثابتة دائما للمقاومة المعطاة.

8 و طبقا لقانون اوم فان التيار الكهربي المار في موصل يتناسب مع القوة المحتمل مرورها فيه . و يسمى ثابت التناسب باسم _______ .

A	ثابت اوم	B	مقاومة الموصل
C	حجم الموصل	D	مساحة الموصل

سبب

تظل نسبة ف الي أ عند المقاومة المعطاة . و هذا الثابت يطلق علية اسم المقاومة.

9 ما هي وحدة المقاومة ؟

A	الاوم	B	الامبير
C	الفولت	D	الكولوم

سبب

وحدة المقاومة هي الاوم تشريفا للعالم اوم.

10 مقاومة المواد المختلفة تكون متساوية .

A	صح	B	خطأ

سبب

مقاومة المواد المختلفة تكون مختلفة , فمقاومة الخشب , البلاستيك , المطاط , إلخ تكون عالية بينما الفضة , النحاس , الالومنيوم , إلخ تعتبر من المعادن ذات المقاومة القليلة.

اسئلة Designmate على التوصيل التوالى والتوازى

1 أى جزء من المصباح يعتبر مقاوم؟

A	خيط	B	سلك
C	خلية	D	الزجاج

سبب

في توصيلات موازية ومسلسلة, يعمل المصباح كمقاوم ولكن بحدود, ولكن يعمل الخيط بالأخص كمقاوم.

2 يستخدم الاميتر فى قياس الـ _______.

A	مقدار او حجم التيار	B	الفرق المحتمل
C	الطاقة	D	الضغط

سبب

في أي دائرة كهربائية، يتم استخدام مقياس التيار الكهربائي لقياس التيار.

3 لقياس التيار المار من خلال مقاومة, يتم توصيل الاميتر بـ_______.

A موازٍ	B سلسلة
C موازٍ, مثله مثل سلسلة	D و لا شئ مما سبق

سبب

لقياس تيار يمر خلال مقاومة معينة, ينبغي ان يتم توصيل الاميتر بسلسلة مع المقاومة.

4 و فى اتصال سلسلة مصابيح وإذاتم ازالة أحد المصابيح من الدائرة ، لا يمكن للتيار التدفق من خلال الدائرة.

A صحيحة	B خاطئة

سبب

في سلسلة الاتصال, إذا تمت إزالة واحدة من المصابيح الكهربائية، وفواصل الدوائر تصبح الدائرة مفتوحة. وبالتالي، لا يمكن ان يتدفق التيار الكهربائي من خلال ذلك.

5 في الدائرة التي تحتوي على العديد من المقاومات، إذا كانت متصلة بشكل مباشر إلى البطارية ، مثل هذا التوصيل يمكن ان سمى توصيل _______.

A تسلسلى	B موازٍ
C شبكى	D نسجى

سبب

إذا كان ترابط الدائرة السلكية في مثل هذه الطريقة التي ترتبط بشكل منفصل كل من مقاومات البطارية، فان مثل تلك الترتيبات تعرف بالتوصيلات المتوازية.


6 فى التوصيلات المتوازية اذا انكسر احد الافرع,يظل تدفق التيار فى باقى الفروع.

A صحيحة	B خاطئة

سبب

فى التوصيلة الموازية, اذا انكسر احد فروع الدائرة, فان التيار يظل يتدفق لباقى الفروع, و لهذا السبب فان توصيلات كهباء المنزل مزودة بنموذج موازى.

تم الانتهاء من الوحدة الاولي من اصل 16 وحدة

قانون أوم للدائرة المغلقة
Ohm's Law For Closed Circuit

١ . المقاومة الداخلية Internal Resistance :(r)

المقاومة الداخلية للبطارية (الخلية الكهربية) هى عبارة عن مقدار إعاقة المادة المصنوعة منها البطارية للتيار الكهربائى. فمن الممكن أن تكون صغيرة مثل بطاريات السيارات حيث تصل إلى Ω (0.1)وقد تكون كبيرة وتصل إلى Ω (100)أو أكبر

وهذا يعتمد على نوع المادة ومقدارها وحجم البطارية نفسها فكلما كانت المقاومة الداخلية للبطارية اقل يكون أفضل وتستطيع أن تعطينا تيارا عاليا وبالعكس.

٢ .القوة الدافعة الكهربية لبطارية وفرق الجهد بين طرفيها:
Electro Magnetic Force for a Battery and the potential difference between it's terminals

إذا رمزنا للقوة الدافعة الكهربية للبطارية بالرمز (E) ولشدة التيار الكلى فى الدائرة بالرمز (I) وللمقاومة الخارجة بالرمز (R) وللمقاومة الداخلية للبطارية بالرمز (r) فإنه فى ضوء تعريف القوة الدافعة الكهربية:

$$E = IR + Ir \quad (1)$$

$$E = I(R + r) \quad (2)$$

ومنها:

$$I = \frac{E}{R + r}$$

وتعرف العلاقة السابقة باسم قانون أوم للدائرة المغلقة حيث تكون:

شدة التيار الكهربى فى دائرة = القوة الدافعة الكهربية / المقاومة الكلية للدائرة

ويمكننا كتابة العلاقة فى الفقرة السابقة على الصورة:

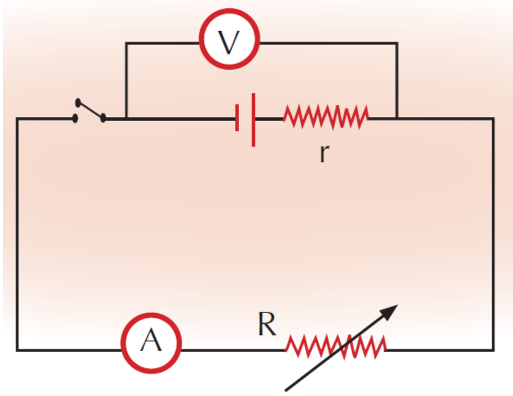
$$\therefore V = IR$$

$$\therefore E = V + Ir$$

حيث V فرق الجهد بين طرفى المقاومة الخارجية وكذلك فرق الجهد بين قطبى العمود Terminal Potential differenceويمكن معرفة قيمة (V) من خلال قراءة الفولتميتر.

$$V = E - Ir$$

ومن العلاقة الأخيرة نتبين أنه مع إنقاص شدة التيار تدريجيًّا بزيادة المقاومة الخارجية R فى الدائرة الموضحة فى (شكل ١) يزداد فرق الجهد بين قطبى العمود.V



شكل (١)

العلاقة بين القوة الدافعة الكهربية لبطارية وفرق الجهد بين طرفيها.

وعندما تصبح شدة التيار صغيرة جدا إلى حد يمكن معه إهمال الحد الثانى من الطرف الأيمن فى المعادلة السابقة يصبح فرق الجهد مساويًا تقريبا القوة الدافعة الكهربية له .القوة الدافعة الكهربية هى " فرق الجهد الكهربى بين قطبى البطارية عندما لايمر تيار كهربى، خلال الدائرة الكهربية، وهى تُقاس بجهاز الفولتميتر ووحدة قياسها الفولت."

مثال (١)

وصلت المقاومات الثلاث (25) Ω و (70) Ωو (85) Ωعلى التوالى مع بطارية القوة الدافعة الكهربية لها .V 45بإهمال المقاومة الداخلية للبطارية احسب:

(أ) شدة التيار الكهربى المار فى كل من المقاومات الثلاث.

(ب) فرق الجهد على كل مقاومة.

الحل:

تتعين المقاومة الكلية للدائرة من:

$$R = R_1 + R_2 + R_3 = 25 + 70 + 85$$

وتتعين شدة التيار الكلى فى الدائرة من قانون أوم للدائرة المغلقة.

$$I = e.m.f / R = 45 / 180 = 0.25A$$

ونظرًا لأن المقاومات الثلاث موصلة على التوالى يكون التيار المار فيها ثابتاً أى أن شدة التيار المار فى كل مقاومة هو 0.25 أمبير.

- **فرق الجهد على المقاومة الأولى هو:**

$$V_1 = IR_1 = 0.25 + 25 = 6.25V$$

- **فرق الجهد على المقاومة الثانية هو:**

$$V_2 = IR_2 = 0.25 + 70 = 17.5V$$

- **فرق الجهد على المقاومة الثالثة هو:**

$$V_3 = IR_3 = 0.25 + 85 = 21.25V$$

مثال (٢)

إذا وصلت المقاومات الثلاث فى المثال السابق على التوازى مع نفس المصدر فاحسب:

(أ) شدة التيار المار فى كل مقاومة.

(ب) المقاومة الكلية.

(جـ) شدة التيار الكلى.

الحل:

نظرًا لأن المقاومات الثلاث متصلة على التوازى، يكون فرق الجهد على كل مقاومة)مع إهمال المقاومة الداخلية للبطارية(هو 45 V.

وتتعين شدة التيار فى كل مقاومة على حدة من:

$$I_1 = V / R_1 = 4525 = 0.8 A$$

$$I_2 = V / R_2 = 4570 = 0.643 A$$

$$I_3 = V / R_3 = 4585 = 0.529 A$$

وتتعين المقاومة الكلية من:

$$1 / R = 1 / R_1 + 1 / R_2 + 1 / R_3 = 125 + 170 + 185$$

ومنها:

$$R = 15.14\ \Omega$$

وتتعين شدة التيار الكلى من:

$$I = V / R = 45 / 15.14 = 2.972 A$$

أى أن شدة التيار الكلى تساوى 2.972 أمبير.

ويمكن حساب شدة التيار بجمع I_1/I_2 / I_3 وعندئذ يكون:

$I = 1.8 + 0.643 + 0.529 = 2.972\ A$ وهى نفس النتيجة السابقة

مثال ٣

وصلت المقاومتان أ و ب معا على التوازى ثم وصلت المجموعة على التوالى مع مقاومة ثالثة جـ وبطارية قوتها الدافعة الكهربية V (18)فإذا كانت المقاومات أ، ب، جـ هى Ω (3)و Ω (6)و Ω (7) على الترتيب فاحسب مع إهمال المقاومة الداخلية للبطارية:

(أ) المقاومة الكلية.

(ب) شدة التيار المار فى الدائرة.

(جـ) شدة التيار المار فى كل من المقاومتين أ و ب:

الحل:

نوجد المقاومة المكافئة للمقاومتين أ، ب المتصلتين على التوازى من العلاقة:

$$R' = R_1R_2 / R_1 + R_2 = 3 \times 6 / 3 + 6 = 2\ \Omega$$

ثم نوجد المقاومات المكافئة الكلية للمقاومات الثلاث من العلاقة:

$$R = R' + R_3 = 2 + 7 = 9\ \Omega$$

وتتعين شدة التيار الكلى من العلاقة:

$$I = V / R = 18 / 9 = 2A$$

ولحساب شدة التيار فى كل من أ، ب نوجد أولا فرق الجهد بينهما من:

$$V = IR' = 2 \times 2 = 4V$$

$$\therefore I_1 = V / R_1 = 4 / 3 = 1.333A\ V$$

$$I_2 = V / R_2 = 4 / 6 = 0.667A$$

مثال ٤

عمود كهربى قوته الدافعة الكهربية V (2)وصل فى دائرة كهربية، فإذا كانت المقاومة الداخلية (0.1) Ωوالمقاومة الخارجية Ω (3.9)فاحسب شدة التيار الكلى فى دائرته.

الحل:

$$I = E / R + r = 2 / 3.9 + 0.1 = (0.5)\ A$$

اسئلة بنك المعرفة

١) تعتمد المقاومة الداخلية للبطارية على .....

- ◉ حجم البطارية
- ○ شدة التيار المار بالبطارية
- ○ فرق الجهد للبطارية
- ○ جميع ما سبق

٢) عندما تكون الدائرة الكهربية مفتوحة فإن فرق الجهد بين طرف بطارية ..... القوة الدافعة الكهربية للبطارية.

- ○ أكبر من
- ○ أصغر من
- ◉ تساوى

٣) وحدة قياس القوة الدافعة الكهربية للبطارية هى .....

- ○ الفولتميتر
- ○ الأمبير
- ◉ الفولت
- ○ الأوم

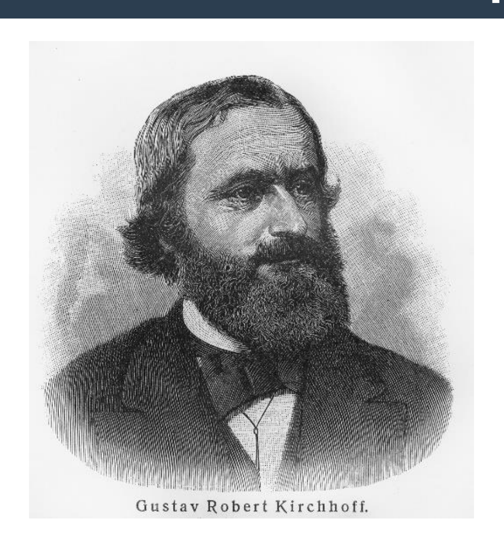
٤) بطارية قوتها الدافعة الكهربية 12 V ومقاومتها الداخلية 0.2 Ω وُصلت فى دائرة كهربية مقاومتها المكافئة تساوى 10 Ω فإن شدة التيار الكلى تساوى .....

- 0.5 A
- 1.3 A
- 1.18 A
- 2 A

٥)..... هى مقدار إعاقة المادة المصنوعة منها البطارية للتيار الكهربى.

- أ- المقاومة الخارجية
- ب- الخلية الكهربية
- جـ- أ،ب معًا
- د- لا توجد إجابة صحيحة

قانونا كيرتشوف
Kirchhoff's laws

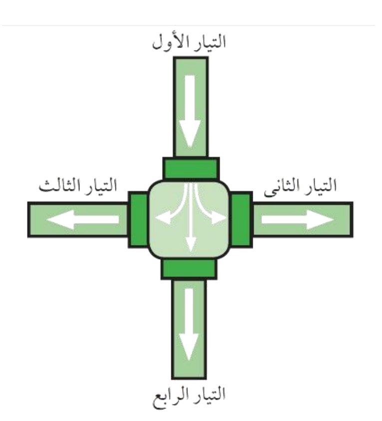


يعتبر القانونان اللذان وضعهما العالم الألمانى جوستاف كيرتشوف عام ١٨٤٥ من أهم القوانين المستخدمة فى حساب شدة التيار، وفرق الجهد فى الدوائر الكهربية المعقدة التى لا يمكن حلها باستخدام قانون أوم، ويطلق على القانون الأول اسم قانون كيرتشوف للتيار Kirchhoff Current Law، بينما يطلق على القانون الثانى اسم قانون كيرتشوف للجهد Kirchhoff Volt Lawوسنتناول هذين القانونين بالتفصيل فيما يلى:

قانون كيرتشوف للتيار Kirchhoff Current Law

يقوم قانون كيرتشوف للتيار على فكرة أساسية وهى أن عدد الشحنات الكهربية (الإلكترونات) التى تدخل إلى نقطة معينة فى الدائرة الكهربية لابد أن تخرج منها ويرجع ذلك إلى أن الشحنات لا تتراكم داخل الموصل. وكما يتضح فى)شكل ٢ (فإن هناك تيار شحنات وحيد يتجه إلى النقطة بينما هناك ثلاثة تيارات تغادر نفس النقطة. أى أن تيار الشحنات الداخلة إلى النقطة لا يوجد لها طريق آخر سوى المغادرة والتوزيع عن طريق الفتحات الثلاثة الأخرى، ولو ترجمنا هذا إلى معادلة لكانت على النحو التالى:

التيار الأول =التيار الثانى + التيار الثالث + التيار الرابع

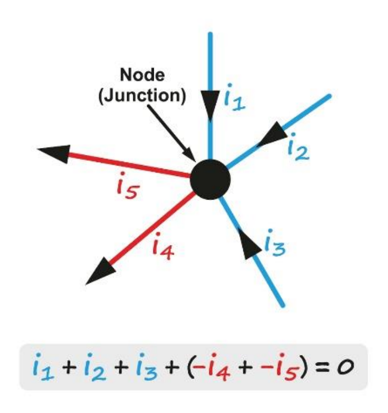


شكل (٢)
مسار التيار الكهربى عند إحدى العقد

وينص قانون كيرتشوف للتيار على أن:

"مجموع التيارات الداخلة إلى أى نقطة يساوى مجموع التيارات الخارجة من نفس النقطة"

وإذا طبقنا قانون كيرتشوف للتيار على شكل ٣



شكل (٣)

التيارات الكهربية الداخلة والخارجة من نقطة فى دائرة كهربية

نجد أن:

مجموع التيارات الداخلة إلى النقطة = $I_1 + I_4$

مجموع التيارات الخارجة من النقطة = $I_2 + I_3 + I_5$

ووفقا لقانون كيرتشوف للتيار فإن:

مجموع التيارات الداخل إلى النقطة =مجموع التيارات الخارجة من النقطة

$$I_1 + I_4 = I_2 + I_3 + I_5$$

أى أن:

$$I_1 + I_4 - I_2 - I_3 - I_5 = 0$$

ومن العلاقة السابقة يمكن التوصل إلى صيغة أخرى لقانون كيرتشوف للتيار، وهى المجموع الجبرى للتيارات فى أى نقطة يساوى صفر، وينبغى أن نأخذ بعين الاعتبار اتجاه التيار؛ حيث إذا اعتبرنا أن الداخل إلى النقطة موجبًا فيجب اعتبار التيار الخارج منها سالبًا.

وبذلك تصبح الصيغة الرياضية لقانون كيرتشوف للتيار هى:

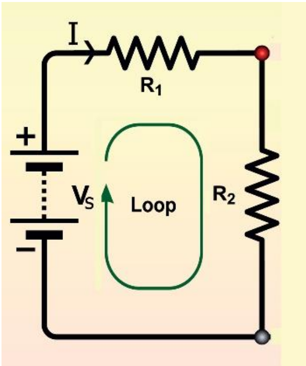
$$\sum I = 0$$

وينطبق هذا القانون على التيار المستمر والتيار المتردد.

قانون كيرتشوف للجهد Kirchhoff Volt Law

يقوم قانون كيرتشوف الثانى على فكرة أساسية وهى قانون "بقاء الطاقة"؛ حيث أن القوة الدافعة الكهربية لدائرة مغلقة تعبر عن الطاقة أو الشغل اللازم لتحريك الشحنات عبر الدائرة كلها مرة واحدة، وينص هذا القانون على أن "فى المسار المغلق (أى البداية من نقطة والرجوع إلى نفس النقطة) يكون مجموع قوى الدفع الكهربية تساوى مجموع الجهود المفقودة)فروق الجهد (فى هذا المسار"

وإذا طبقنا قانون كيرتشوف للجهد على)شكل ٤(.



شكل (٤)

المسار المغلق فى دائرة كهربية

نجد أن:

المجموع الجبرى للقوى الدافعة الكهربية = V_s

المجموع الجبرى للجهود المفقودة فى المسار المغلق = $IR_1 + IR_2$

ووفقا لقانون كيرتشوف للجهد فإن:

المجموع الجبرى للقوى الدافعة الكهربية =المجموع الجبرى للجهود المفقودة فى المسار المغلق

$$V_s = IR_1 + IR_2$$

أى أن:

$$V_s - IR_1 - IR_2 = 0$$

ومن العلاقة السابقة يمكن التوصل إلى صيغة أخرى لقانون كيرتشوف للجهد، وهى "المجموع الجبرى لفروق الجهد فى أى مسار مغلق يساوى صفر"، وينبغى أن نأخذ بعين الاعتبار الاتجاه؛ حيث إنه إذا سرنا فى المسار وكان التيار فى المقاومة مع اتجاه سيرنا نأخذ الجهد سالب والعكس صحيح أما بالنسبة للقوة الدافعة الكهربية فإن مرورنا من الجزء السالب سنأخذه فى المعادلة سالب والموجب موجب.

وبذلك تصبح الصيغة الرياضية لقانون كيرتشوف للتيار هى:

$$\sum V = \sum IR$$

خطوات حل المسائل باستخدام قانونا كرتشوف:

لكى يمكنك إيجاد شدة التيار وفرق الجهد فى الدوائر المعقدة عليك بالقيام بالخطوات التالية:

١ .نكتب معادلة للتيارات حسب قانون كيرتشوف الأول مع الأخذ بعين الاعتبار اتجاه حركة التيار وإذا كان داخل إلى هذه النقطة يعتبر سالبا، أما إذا كان خارجا من النقطة يعتبر موجبا.

٢ .افرض اتجاه المسار المغلق حسب رغبتك، ويكون هذا الاتجاه هو الموجب أما الاتجاه المعاكس فهو السالب.

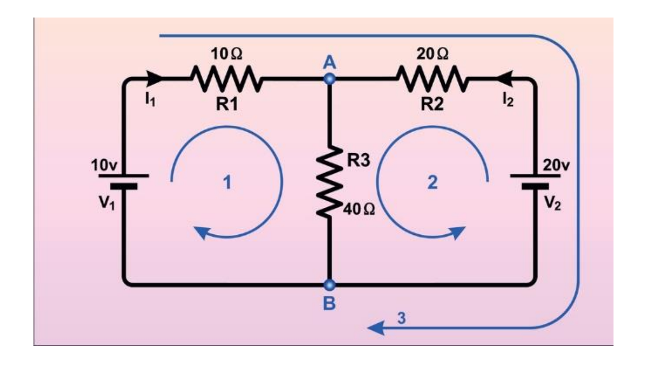
٣ .طبق قانون كيرتشوف الثانى على المسار المغلق، واكتب المعادلة الخاصة به.

٤ .تنتج المعادلة بمجهولين، ويتم حلهما بالحذف، أو التعويض.

٥ .بذلك نجد التيارات، ورجوعا إلى قانون "أوم" نستطيع إيجاد فرق الجهد على أى مقاومة، وفى حالة نتج من الحل تيار سالب، فهذا يعنى أن نغير الاتجاه الذى فرضناه.

مثال (١)

فى الشكل الموضح، أوجد شدة التيار المار فى المقاومة R_3 ، وفرق الجهد بين طرفيها.



الحل:

نكتب معادلة للتيارات حسب قانون كيرشوف الأول وذلك للتيارات الداخلة للنقطة A والتيارات الخارجة منها، وذلك على النحو التالى:

$$I_1 + I_2 = I_3 \quad \longrightarrow 1$$

نطبق قانون كيرتشوف الثانى على المسار المغلق ١

$$10 = I_1R_1 + I_3R_3 = 10I_1 + 40I_3$$

$$1 = I_1 + 4I_3$$

بالتعويض عن قيمة I3 من العلاقة ١

$$1 = I_1 + 4(I_1 + I_2)$$

$$1 = 5I_1 + 4I_2 \quad \rightarrow \quad ٢$$

نطبق قانون كيرتشوف الثانى على المسار المغلق ٣

$$10 - 20 = 10I_1 - 20I_2$$

$$-1 = I_1 - 2I_2$$

بضرب العلاقة السابقة فى ٢

$$-2 = 2I_1 - 4I_2 \quad \rightarrow ٣$$

بجمع العلاقتين ٢، ٣

$$1 = 5I_1 + 4I_2$$

+

$$-2 = 2I_1 - 4I_2$$

$$-1 = 7I_1$$

ومن ذلك نجد أن:

$$I_1 = -0.143\ A$$

ونلاحظ أن إشارة التيار الكهربى سالبة مما يعنى أن اتجاه التيار الحقيقى عكس الاتجاه الذى تم تحديده على رسم الدائرة الكهربية.

وبالتعويض عن قيمة I1 فى العلاقة ٢ يمكن حساب قيمةI1

$$I_2 = +0.429\ A$$

ونلاحظ أن إشارة التيار الكهربى موجبة مما نعنى أن اتجاه التيار الحقيقى يكون فى نفس الاتجاه الذى تم تحديده على رسم الدائرة الكهربية.

وبناء على ما سبق يمكن حساب التيار المار فى المقاومة R3 بالتعويض عن قيم I1 و I2 فى المعادلة ١

$$I_3 = I_1 + I_2$$

$$I_3 = -0.143 + 0.429$$

$$I_3 = 0.286\ A$$

ويكون فرق الجهد بين طرفى المقاومةR3

$V_3 = I_3R_3$ $\quad$ $V_3 = 0.286 \times 40 = 11.44\ V$

اسئلة بنك المعرفة

١) طبقًا لقانون كيرتشوف للتيار إذا علمت أن مجموع التيارات الداخلة إلى نقطة ما تساوى 25A فإن مجموع التيارات الخارجة من نفس النقطة تساوى .....

- ○ 12.5 A
- ◉ 25 A
- ○ 50 A
- ○ Zero

٢) إذا علمت أن التيارات الداخلة إلى نقطة ما هما I_1 وI_2 وI_3 حيث $I_1 = 3\ A$ و $I_2 = 6\ A$ و $I_3 = 9\ A$ و كانت التيارات الخارجة من نفس النقطة هما I_4 و I_5 حيث $I_4 = 5\ A$ فإن قيمة I_5 تساوى .....

- ○ 2 A
- ○ 10 A
- ◉ 13 A
- ○ 15 A

٣) ينص قانون كيرتشوف للجهد على أن جميع المسارات المغلقة ..... فيها مجموع القوى الدافعة الكهربية مع مجموع الجهود المفقودة.

- ○ يتناقص
- ○ يتضاعف
- ◉ يتساوى
- ○ لاتوجد إجابة صحيحة

٤) فى المسار المغلق **abcd** الذى يحتوى على مقاومتين R_1 و R_2 حيث $R_1 = 5\ \Omega$ و $R_2 = 10\ \Omega$ و كان المجموع الجبرى للقوى الدافعة الكهربية $V_s = 30\ V$ فإن التيار الكهربى المار خلال هذا المسار يساوى .....

- (◉) 2 A
- ( ) 15 A
- ( ) 30 A
- ( ) Zero

٥) بتطبيق قانون كيرتشوف للجهد على المسار المغلق **abdc**، احسب قيمة المقاومة **X** إذا علمت أنها مُوصلة على التوالى مع مقاومة أخرى $Y = 6\ \Omega$ ويمر فيها تيار قيمته 3A و كان المجموع الجبرى للقوى الدافعة الكهربية $V_s = 30\ V$.

- ( ) 2 Ω
- (◉) 4 Ω
- ( ) 8 Ω
- ( ) 10 Ω